

USO DE DIFERENTES DOSAGENS DE AUXINA NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO MILHO

ADAME, Karina Sanderson.
ANDRADE, Dhiuliani Mudolon De.
DA LUZ, João Matheus Bortolini.
SCHUG, Samuel Augusto.
SOLIGO, Pedro Henrique.
TONETI, Guilherme.
ZATESKO, Rainara.

RESUMO

O milho possui grande capacidade de adaptação, podendo ser cultivado em diversas regiões e épocas. A aplicação de bioestimulantes na cultura do milho tem apresentado ganhos significativos na produtividade e incremento do sistema radicular. Neste contexto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de diferentes dosagens de auxina no desenvolvimento da cultura do milho. O experimento foi implantado em uma propriedade no município de Mercedes, PR, nos meses de agosto a novembro de 2024. O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro blocos, os tratamentos foram: T1: sem aplicação do herbicida (testemunha); T2: 0,75 ml L⁻¹; T3: 1,5 ml L⁻¹; T4: 2,25 ml L⁻¹ e T5: 3 ml L⁻¹. O experimento foi conduzido com a variedade de milho híbrido AS 1757 PRO 3 da Agroeste, e foi utilizado o herbicida 2,4-D da Nortox. Os parâmetros avaliados foram comprimento radicular (cm), altura de plantas (cm) e massa fresca (g). Realizou-se análise de variância dos dados por meio do teste F. Quando detectadas diferenças significativas, empregou-se o método de estudo de regressão e quando não identificadas utilizou-se o teste de Tukey a 5%. Conclui-se que o comprimento radicular não apresentou diferença significativa para as diferentes dosagens do herbicida 2,4-D. Os resultados obtidos para a altura das plantas e massa fresca foram significativamente influenciadas pela dosagem do herbicida 2,4-D, ajustando-se a uma regressão cúbica. Verificou-se que o tratamento sem aplicação do herbicida (testemunha) proporcionou a máxima eficiência agrônômica na altura das plantas e massa fresca.

PALAVRAS-CHAVE: herbicida, auxina, milho, 2,4-D.

1. INTRODUÇÃO

O milho possui grande capacidade de adaptação, podendo ser cultivado em diversas regiões e épocas, conforme as condições climáticas locais. Nos últimos anos, tem ganhado destaque nas propriedades rurais, especialmente como uma cultura econômica no período de verão. Além disso, sua importância na rotação de culturas, especialmente com a soja, é amplamente reconhecida, trazendo benefícios tanto agrônômicos quanto econômicos aos produtores (FIORINI, 2018).

Os bioestimulantes são substâncias naturais ou sintéticas, formadas pela combinação de dois ou mais biorreguladores vegetais (como auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno), ou outras substâncias, como aminoácidos, nutrientes e vitaminas. Eles podem ser aplicados diretamente nas plantas ou no tratamento de sementes, com o objetivo de melhorar a produção e a qualidade das mesmas (KLAHOLD *et al.*, 2006).

A auxina é um fitormônio que estimula o crescimento vegetal, promovendo o aumento da divisão celular e otimizando a absorção de água e nutrientes minerais, essenciais para a

produtividade das culturas (SILVA *et al.*, 2008; BERTOLIN *et al.*, 2008). Além disso, provocam alterações estruturais que contribuem para o aumento do vigor das sementes (DOURADO NETO *et al.*, 2014).

Diversos estudos demonstram que a aplicação de bioestimulantes na cultura do milho tem apresentado ganhos significativos na produtividade e incremento do sistema radicular (SANTOS *et al.* (2013), deste modo, tornam-se essenciais estudos evidenciando efeitos dos bioestimulantes. Neste contexto, o presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito de diferentes dosagens de auxina no desenvolvimento da cultura do milho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O milho (*Zea mays*) é uma cultura versátil, amplamente utilizada em diversas indústrias. Além de ser uma fonte essencial de alimento para humanos e animais, também desempenha um papel crucial na produção de biocombustíveis, como o etanol, e em muitos outros produtos derivados. O Brasil é um dos maiores produtores de milho do mundo, ocupando o terceiro lugar, atrás apenas dos Estados Unidos e da China, o que ressalta sua relevância econômica e agrícola no país (CONAB, 2024).

De acordo com a EMBRAPA (2024), o milho é uma planta originária das Américas, mais precisamente da região da Mesoamérica, que abrange áreas do México e América Central. Acredita-se que ele tenha sido domesticado há milhares de anos pelos povos indígenas a partir de uma gramínea selvagem conhecida como teosinto (*Zea mays ssp. parviglumis*).

Novas tecnologias, aliadas ao uso de sementes melhoradas e ao manejo adequado são utilizadas para aumentar a produtividade das culturas. O uso de bioestimulantes possui destaque, pois esses são substâncias naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas em sementes, plantas e solo e provocam alterações dos processos vitais e estruturais, a fim de aumentar a produtividade e qualidade de sementes e/ou grãos (ÁVILA *et al.*, 2008).

Os hormônios são mensageiros químicos produzidos pelas células que modulam os processos fisiológicos e metabólicos, mesmo sob baixas concentrações (TAIZ e ZEIGER, 2017). Eles influenciam o crescimento e desenvolvimento da planta, inclusive alterando sua morfologia. Neste contexto, destacam-se os seguintes hormônios vegetais: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácidos abscísicos.

2.1 Hormônios vegetais utilizados na agricultura

Segundo Moterle *et al.* (2011), as espécies vegetais produzem naturalmente hormônios que atuam nos seus processos fisiológicos, sendo os mais conhecidos as auxinas, giberelinas, citocininas e etileno. Por sua vez, os reguladores vegetais ou fitorreguladores, assim denominados para que sejam distinguidos dos hormônios naturais, são substâncias químicas sintéticas que, aplicadas exogeneamente, apresentam efeito sobre o metabolismo vegetal, agindo de forma análoga aos hormônios vegetais naturais (SILVA e PIRES, 2017). Segundo Silva e Pires (2017), os reguladores hormonais sintéticos podem ser aplicados diretamente sobre as plantas, resultando em alterações dos processos fisiológicos, podendo incrementar a produtividade, melhorar a qualidade dos alimentos e otimizar o manejo agrônomico. Quando aplicados via pulverização foliar, podem influenciar os processos de senescência, frutificação, florescimento, enraizamento e germinação. Este efeito é intensificado quando as plantas não são capazes de produzir naturalmente esses hormônios em quantidades adequadas.

A auxina é o principal fitormônio responsável pela regulação do desenvolvimento das plantas, abrangendo tanto a morfogênese quanto as respostas adaptativas. Essa regulação ocorre de maneira dependente da dose, ou seja, é necessária uma regulação precisa da concentração de auxina em diferentes escalas, como células, tecidos e órgãos das plantas (CASANOVA-SAÉZ e VOSS, 2019).

As auxinas, tanto naturais quanto sintéticas, desempenham um papel fundamental no estímulo ao alongamento celular, promovendo o crescimento dos tecidos vegetais e, conseqüentemente, a divisão celular, o que resulta na formação de novas massas celulares e no desenvolvimento das plantas (HARTMANN *et al.*, 2012).

Além disso, as auxinas são aconselháveis para diversos processos fisiológicos nas plantas, como induzir a formação de raízes em estacas e a cicatrização de lesões nos tecidos, estimular o alongamento e o crescimento celular e tecidual, promover a divisão celular em tecidos na formação de calos (massas de tecidos diferenciados que podem resultar na formação de raízes), especialmente quando em associação com outro regulador de crescimento, como citocininas, favorecer o desenvolvimento de raízes laterais em superfícies cortadas de caules, induzir o crescimento de frutos partenocárpicos e estimular a brotação de folhas próximas das gemas; promover a produção de etileno, entre outros efeitos (FAGAN *et al.*, 2015).

3. METODOLOGIA

O experimento foi implantado em uma propriedade no município de Mercedes, PR, nos meses de agosto a novembro de 2024. O clima é do tipo subtropical mesotérmico super úmido, apresentando temperatura média anual de 19° C, precipitação anual média de 2000 mm e umidade relativa média anual do ar entre 75 a 81%, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, o qual caracteriza o solo da região (EMBRAPA, 2009). O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro blocos, os tratamentos foram compostos pelo herbicida 2,4-D, sendo eles: T1: sem aplicação do herbicida (testemunha); T2: 0,75 ml L⁻¹; T3: 1,5 ml L⁻¹; T4: 2,25 ml L⁻¹ e T5: 3 ml L⁻¹.

Foi realizada a semeadura das sementes em vasos, de forma manual, todos contendo húmus de minhoca, os quais foram dispersos com a utilização de sorteio para a casualização. Em cada vaso foi semeado 5 sementes de milho dispostas aleatoriamente, apresentando um total de 20 sementes por tratamento. Após emergência das plântulas realizou-se o raleio manualmente deixando duas plântulas por vaso. Os tratamentos com o herbicida 2,4-D foram diluídos em um litro de água e aos 35 dias após o plantio, em estágio V2, foi aplicado. A irrigação das plantas foi realizada com o regador de acordo com a necessidade.

O experimento foi conduzido com a variedade de milho híbrido AS 1757 PRO 3 da Agroeste, que possui altíssimo potencial produtivo com destaque para seu elevado peso de 1.000 grãos e sanidade foliar equilibrada para mancha branca e cercóspora maximizando o potencial produtivo. O produto utilizado foi o herbicida 2,4-D da Nortox, que pertence as auxinas sintéticas (mimetizadores de auxina) que apresentam rápida absorção foliar e possuem translocação aposimplástica, movendo-se livremente pelo xilema e floema. Os parâmetros avaliados foram comprimento radicular (cm), altura de plantas (cm) e massa fresca (g).

As análises estatísticas dos dados obtidos foram realizadas de acordo com o modelo matemático apropriado para o delineamento adotado. Foi utilizado o programa computacional SISVAR, versão 5.8, Build 92, desenvolvido por Ferreira (2000), realizando a análise de variância dos dados por meio do teste F. Quando foram detectadas diferenças significativas, empregou-se o método de estudo de regressão e quando não identificadas utilizou-se o teste de Tukey a 5%, conforme metodologia recomendada por Banzatto e Kronka (1995).

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

O p-valor a 5% de significância, em relação a análise de variância dos dados por meio do teste F para o parâmetro de comprimento radicular (CR), não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) para as diferentes dosagens do herbicida 2,4-D e a média geral foi de 66,80 cm, como podemos ver na Tabela 1.

Tabela 1 - Média do comprimento radicular (cm)

Tratamentos	C.R
T1	80,25 a
T2	58,50 a
T3	66,75 a
T4	65,25 a
T5	63,25 a
Média	66,80
C.V. (%)	18,27
Shapiro Wilk	0,0684
p-valor ANOVA	0,1980 ^{ns}

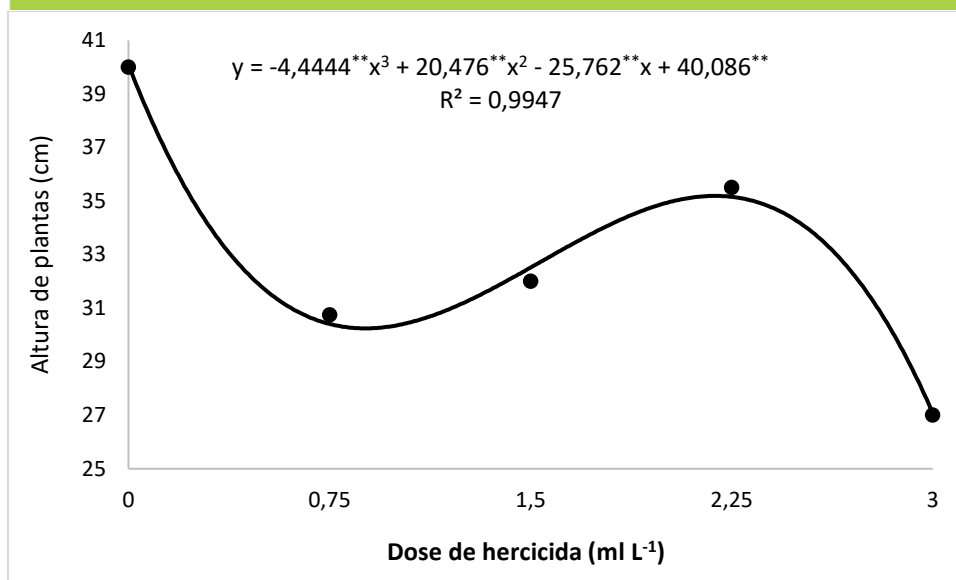
CV%: Coeficiente de variação; C.R.: comprimento radicular. ns.: não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguida de mesma letra na coluna não diferem entre si.

O coeficiente de variação para o comprimento radicular foi médio (CV= 18,27%). Como explica a classificação proposta por Pimentel-Gomes (1985), onde o CV será baixo quando inferior a 10%; médio, entre 10 e 20%; alto, quando entre 20 e 30%; e muito alto, quando são superiores a 30%.

Os p-valores a 5% de significância, em relação a análise de variância dos dados por meio do teste F para os parâmetros de altura de planta (cm) e da massa fresca (g) apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$).

Na Figura 1 são expostos os resultados obtidos das médias das alturas de plantas (cm) em função de diferentes doses do herbicida 2,4-D.

Figura 1 – Altura de plantas (cm) em função de doses de herbicida (ml L⁻¹)

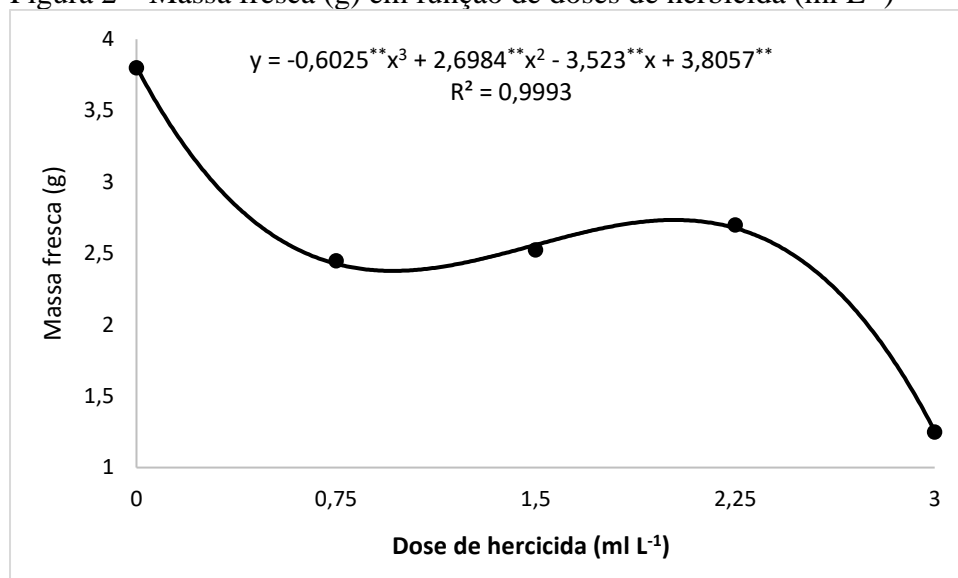


** : significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F

A altura das plantas foi significativamente influenciada pela dosagem do herbicida 2,4-D, ajustando-se a uma regressão cúbica (Figura 1). Verificou-se que o tratamento sem aplicação do herbicida (testemunha) proporcionou a máxima eficiência agrônômica (MEA) obtendo uma altura das plantas de 40 cm, enquanto as demais reduziram essa medida.

Trabalho realizado por Pacheco *et al.* (2007), também mostrou que a aplicação do 2,4-D em plantas de milho apresenta redução na altura em relação à testemunha, à medida que as doses utilizadas se elevam, partindo da média de 12% para a dose 335 g.ha⁻¹ e chegando a 21% para a dose 1.005 g.ha⁻¹. Reis *et al.* (2010), avaliaram diferenças no desenvolvimento vegetativo e fitotoxicidade na cultura do milho, sob efeito de diferentes concentrações de 2,4-D em aplicações pré-emergência e pós-emergência e observaram que com o aumento das doses em pré-emergência, houve uma tendência de redução do tamanho das plantas. Já Farinelli *et al.* (2005) acharam resultados divergentes, onde plantas de milho tratadas com 2,4-D apresentaram maior crescimento em relação à testemunha.

A Figura 2 mostra os resultados obtidos das médias da massa fresca (g) para as diferentes doses de herbicida.

Figura 2 – Massa fresca (g) em função de doses de herbicida (ml L⁻¹)

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F

A aplicação do herbicida 2,4-D, influenciou significativamente na massa fresca das plantas quando comparado à testemunha, ajustando-se a uma regressão cúbica (Figura 2). Verificou-se a máxima eficiência agrônômica (MEA) sem aplicação do herbicida, obtendo uma massa fresca de 3,8 g.

Reis *et al.* (2010) em seus estudos sob o efeito do milho em diferentes concentrações de 2,4-D, em aplicações no pós-emergência, observaram que a massa verde da parte aérea apresentou uma tendência de queda com o incremento das dosagens. Argumentam que pelo fato das plantas no momento da aplicação pós-emergência estarem mais desenvolvidas, provavelmente os mecanismos de defesa podem ter sido mais efetivos que nas aplicações pré-emergências.

Um estudo proposto por Tamado e Milberg (2004), na cultura do sorgo, evidencia que a aplicação tardia do herbicida 2,4-D pode reduzir a produtividade de grãos, eles constataram que, com o aumento das doses de 2,4-D, houve uma queda linear na produtividade, com perdas estimadas em 0,75 kg de grãos para cada grama de 2,4-D aplicada. Segundo Taiz e Zeiger (2017), herbicidas auxínicos reduzem o transporte de fotoassimilados no floema.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o comprimento radicular não apresentou diferença significativa para as diferentes dosagens do herbicida 2,4-D. Os resultados obtidos para a altura das plantas e massa

fresca foram significativamente influenciadas pela dosagem do herbicida 2,4-D, ajustando-se a uma regressão cúbica. Verificou-se que o tratamento sem aplicação do herbicida (testemunha) proporcionou a máxima eficiência agrônômica na altura das plantas e massa fresca. Maiores doses, em geral, provocam maiores efeitos negativos sobre as plantas. Esses achados sugerem que a dosagem de 2,4-D deve ser cuidadosamente ajustada, uma vez que doses mais altas podem reduzir o crescimento vegetativo e a produtividade.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, M. R. ; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P.; TONIN, T. A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 604-612, 2008.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. 3.ed. **Jaboticabal: FUNEP**, 245p, 1995.

BERTOLIN, D.C., SÁ, M.E., ARF, O., HAGA, K.Y., ABRANTES, L.F., NOGUEIRA, D.C. Efeito de bioestimulantes no teor e no rendimento de proteínas de grãos de soja. **Agrarian**, (2), 23-34, 2008.

CASANOVA-SÁEZ, R.; VOSS, U. Auxin Metabolism Controls Developmental Decisions in Land Plants. **Trends in Plant Science**, [S. l.], v. 24, n. 8, p. 741–754, 2019.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: safra 2022/23: nono levantamento, v.7, n.9, jun. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/32083_394e261c476ea1d66359bed03d095ecb>. Acesso em: 25 de setembro de 2024.

DOURADO NETO, D., DARIO, G.J.A., BARBIERI, A.P.P., MARTIN, T.N. Ação de bioestimulantes no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, 30 (3), 371-379, 2014.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Centro nacional de pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de Classificação do Solo**. Brasília, EMBRAPA produção de informações, 2009.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Milho. **Introdução e Importância Econômica do Milho**. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>> Acesso em: 25 setembro de 2024.

FAGAN E. B.; ONO E.O.; RODRIGUES J. D.; CHALFUN J.; DOURADO NETO D. **Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais**. 1ª edição. Editora Andrei. 302p., 2015.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.; LEMOS, L.B. Eficiência do herbicida 2,4-D no controle de *Raphanus raphanistrum* L., em pós emergência na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.104-111, 2005.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais... São Carlos: UFSCar**, p. 255- 258, 2000.

FIORINI, C. *et al.* Potencial de rendimento do milho safrinha em função do manejo do solo e da cultura antecedente. **Revista Ciência Agronômica**, 49(2), 271-278, 2018.

HARTMANN H.T.; KESTER D.E.; DAVIS J. R. F. T.; GENEVE R.L. **Plant propagation: principles e practices**. 8ª ed. Boston: Prentice Hall. 915p., 2012.

KLAHOLD, C.A., GUIMARÃES, V.F., ECHER, M.M., KLAHOLD, A., CONTIERO, R.L., BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, 28(2), 179-185, 2006.

MOTERLE, L. M.; SANTOS, R. F.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; BONATO, C. M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 651–660, 2011.

PACHECO, L.P.; *et al.* Tolerância do milho (*Pennisetum americanum*) ao 2,4-D. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n.1, p. 173-179, 2007.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. 12. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 467p., 1985.

REIS, T. C.; SANTOS, T. S.; ANDRADE, A. P.; NEVES, A. F. Efeitos de fitotoxicidade do herbicida 2,4-D no milho em aplicações pré e pós-emergência. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.10, n.1, pp. 25-33, 2010.

SANTOS, V.M., MELO, A.V., CARDOSO, D.P., GONÇALVES, A.H., VARANDA, M.A.F., TAUBINGER, M. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 12(3), 307-318, 2013.

SILVA, T.T.A., VON PINHO, E.V.R, CARDOSO, D.L., FERREIRA, C.A., ALVIM, P.O., COSTA, A.A.F. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência Agrotecnologia**, 32 (3), 840-846, 2008.

SILVA, S. R.; PIRES, J. L. F. Resposta do trigo BRS Guamirim à aplicação de *Azospiriullum*, nitrogênio e substâncias promotoras de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 4, p. 631–638, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

4ª EDIÇÃO


CITYFARMFAG

2024



CENTRO
UNIVERSITÁRIO

TAMADO, T.; MILBERG, P. Control of parthenium (*Par thenium hystero phorus*) in grain sorghum (*Sorghum bicolor*) in the smallholder farming system in eastern Ethiopia. **Weed Technol.**, v. 18, n. 3, p. 100-105, 2004.